

Полупроводниковые диоды

Полупроводниковым диодом называется устройство, состоящее из кристалла полупроводника содержащее обычно один p-n переход и имеющее два вывода.

Классификация диодов производится по следующим признакам:

- по конструкции – плоскостные диоды, точечные диоды, микросплавные диоды.
- по мощности – маломощные, средней мощности, мощные.
- по частоте – низкочастотные, высокочастотные, СВЧ.
- по функциональному назначению – выпрямительные диоды, импульсные диоды, стабилитроны и стабилаторы, варикапы, светодиоды, фотодиоды, туннельные диоды.

Условное обозначение диодов подразделяется на два вида – маркировка диодов, условно графическое обозначение (УГО) – обозначение на принципиальных электрических схемах.

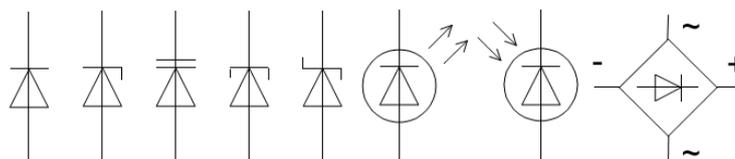


Рисунок 3.1 - Условное обозначение полупроводниковых диодов

По конструктивному исполнению различают диоды точечные и плоскостные. У точечных диодов p-n переход образуется в месте контакта полупроводниковой пластины с острием металлической иглы. У плоскостных диодов p-n переход образуется на границе раздела двух слоев полупроводника с электропроводностью разных типов. Плоскостные диоды позволяют пропускать большие токи, чем точечные, однако они имеют повышенную межэлектродную емкость, что ограничивает их применение для работы в диапазоне высоких частот. Микросплавные диоды – это плоскостные диоды с очень малой площадью переходов. В них сочетаются достоинства плоскостных и точечных диодов. Для изготовления диодов используется германий, кремний, арсенид галлия. Германиевые диоды работают при температурах не выше 70°C, кремниевые – не более 125...150°C.

Выпрямительные диоды

Предназначены для выпрямления переменного тока низкой частоты (обычно менее 50 кГц). В качестве выпрямительных диодов используют плоскостные диоды, допускающие благодаря значительной площади контакта большой выпрямленный ток. Основным материалом для изготовления выпрямительных диодов является кремний.

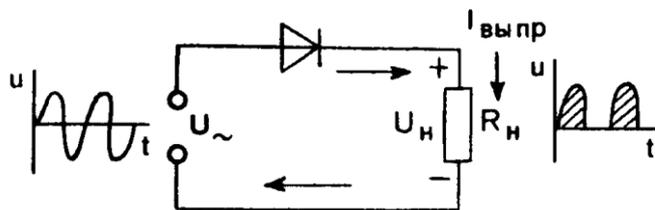


Рисунок 3.2 - Схема включения выпрямительного диода

Вольтамперная характеристика выпрямительного диода совпадает с характеристикой p-n перехода.

Основные параметры:

- $U_{пр}$ – (постоянное прямое напряжение) постоянное напряжение на диоде при заданном постоянном прямом токе, В;
- $U_{обр}$ – (постоянное обратное напряжение) постоянное напряжение, приложенное к диоду в обратном направлении, В;
- $I_{пр}$ – (постоянный прямой ток) постоянный ток, протекающий через диод в прямом направлении, А;
- $I_{обр}$ – (постоянный обратный ток) постоянный ток, протекающий через диод в обратном направлении, А;
- $I_{пр.ср.}$ – (средний прямой ток) прямой ток, усредненный за период, А;
- $I_{обр.ср.}$ – (средний обратный ток) обратный ток, усредненный за период, А;
- $r_{диф}$ – (дифференциальное сопротивление диода) отношение приращения напряжения на диоде к вызвавшему его малому приращению тока, Ом.

Максимально допустимые параметры (определяют границы эксплуатационных режимов, при которых диод может работать с заданной вероятностью в течении установленного срока службы):

- $U_{обр.мах.}$ – максимально допустимое постоянное обратное напряжение, В;
- $I_{пр.мах.}$ – максимально допустимый постоянный прямой ток, А;
- $I_{пр.ср.мах.}$ – максимально допустимый средний прямой ток, А;
- $I_{вп.ср.мах.}$ – максимально допустимый средний выпрямленный ток, А.

Если выпрямленный ток больше максимально допустимого прямого тока диода, то в этом случае допускается параллельное включение диодов. Добавочные сопротивления включаются с целью выравнивания токов в каждой из ветвей.

Если напряжение в сети превосходит максимально допустимое обратное напряжение диода, то в этом случае допускается последовательное включение диодов. Шунтирующие сопротивления включают для выравнивания падения напряжения на каждом из диодов.

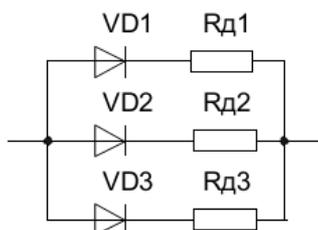


Рисунок 3.3 - Схема параллельного включения выпрямительных диодов

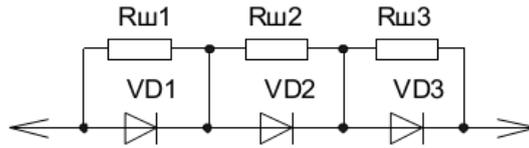
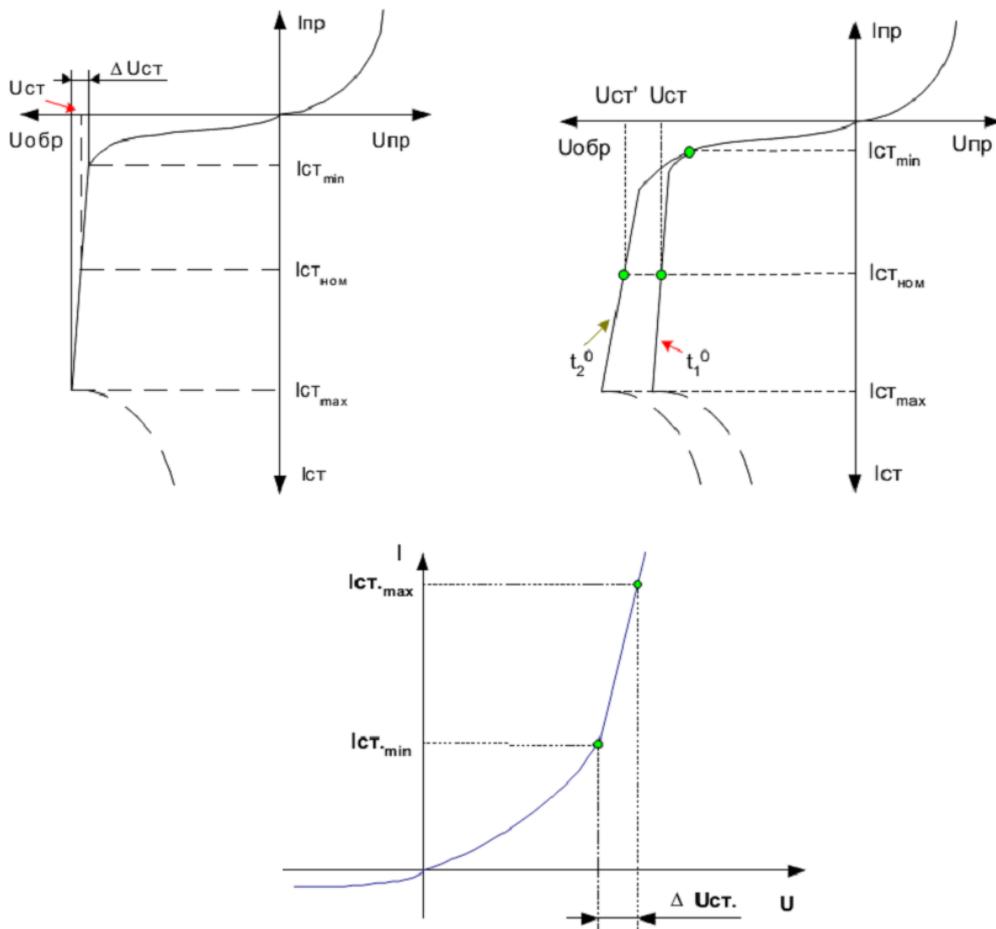


Рисунок 3.4 - Схема последовательного включения выпрямительных диодов

При достижении обратного напряжения критической величины происходит уменьшение электрического сопротивления. Это явление называется электрическим пробоем полупроводника. Различают электрический и тепловой пробой.

Стабилитроны и стабисторы

Предназначены для стабилизации уровня напряжения, при изменении протекающего через диод тока. У стабилитронов рабочим является пробойный участок ВАХ в области обратных напряжений. На этом участке напряжение на диоде остается практически постоянным при значительном изменении тока, протекающего через диод. У стабисторов рабочим служит прямой участок ВАХ. У двуханодных стабилитронов имеются два встречно включенных р-п перехода, каждый из которых является основным для противоположной полярности.



Основные параметры:

- $U_{ст.}$ – (напряжение стабилизации) напряжение на стабилитроне при заданном токе стабилизации;
- $\Delta U_{ст.ном.}$ – (допустимый разброс напряжения стабилизации от номинального) максимально допустимое отклонение напряжения стабилизации от номинального для стабилитронов данного типа;
- $r_{ст.}$ – (дифференциальное сопротивление стабилитрона) отношение приращения напряжения стабилизации на стабилитроне к вызвавшему его малому приращению тока в заданном диапазоне частот;
- $\alpha_{ст.}$ – (температурный коэффициент напряжения стабилизации) отношение относительного изменения напряжения стабилизации к абсолютному изменению температуры окружающей среды при постоянном токе стабилизации.

Максимально допустимые параметры – $I_{ст.max.}$

, $I_{ст.min.}$, максимально допустимый прямой ток $I_{max.}$

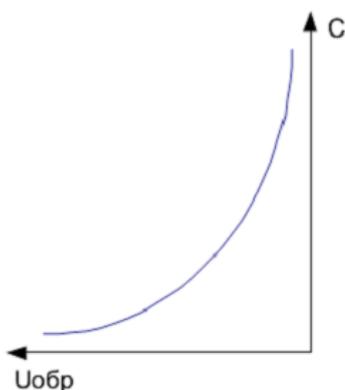
.

Варикапы

П/п диод специальной конструкции, емкость которого можно изменять в значительных пределах.

При подключении обратного напряжения ширина перехода увеличивается, следовательно, барьерная емкость будет уменьшаться.

Варикап, предназначенный для умножения сигнала, называют варактором. Варикапы используют в устройствах автоподстройки частоты, генераторах, гетеродинах с электронной перестройкой частоты.



Основные параметры:

- $C_{н-}$ (емкость варикапа) емкость, которая измеряется между выводами при заданном обратном напряжении;
- K_c – (коэффициент перекрытия по емкости) отношение емкостей варикапа при двух заданных обратных напряжениях;
- $I_{обр.}$ – (постоянный обратный ток варикапа) постоянный ток, протекающий через диод в обратном направлении при заданном обратном напряжении.

К максимально допустимым параметрам относятся – максимально допустимое постоянное обратное напряжение $U_{обр.max.}$

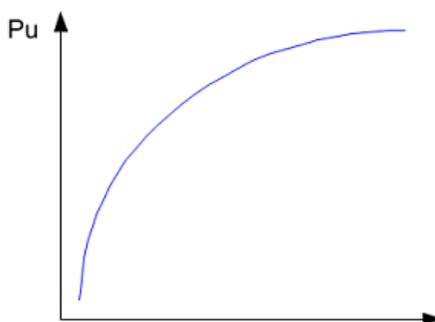
Светодиоды

П/п прибор, создающий оптическое излучение определенного спектрального состава при прохождении через него прямого тока. В зависимости от выбранного материала излучение может лежать в инфракрасной, видимой или ультрафиолетовой области спектра.

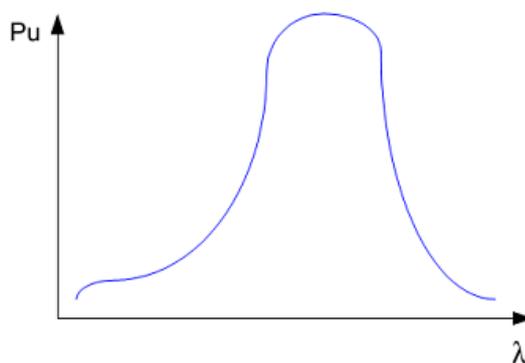
Свойства и эффективность работы светодиода оцениваются совокупностью электрических, световых и эксплуатационных характеристик. Основными из них являются мощность и яркость излучения, вольтамперные, динамические характеристики.

Светодиоды используются как световые индикаторы, источники излучения в оптоэлектронных парах, при работе с кино и фототехникой, в устройствах автоматики.

Яркостная характеристика – это зависимость мощности излучения от прямого тока.

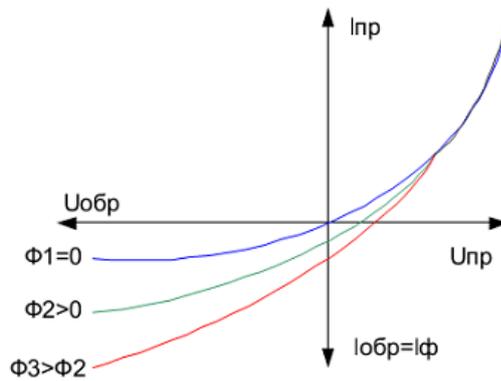


Спектральная характеристика – это зависимость мощности излучения от длины волны.

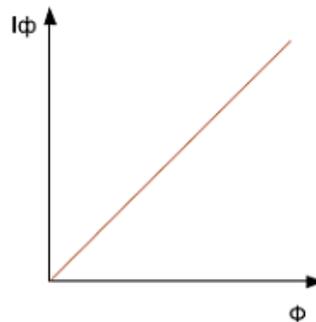


Фотодиоды

Фотодиодом называется фотогальванический приемник излучения. светочувствительный элемент которого представляет собой структуру п/п диода без внутреннего усиления. При облучении п/п световым потоком возрастает фотогенерация собственных носителей зарядов, что приводит к увеличению количества как основных, так и неосновных носителей зарядов.



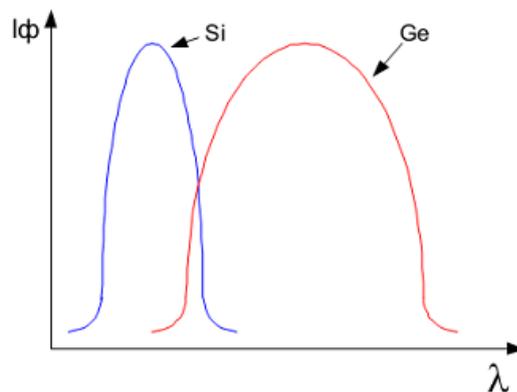
Фотогенерация в значительной степени будет влиять на обратный ток, т.к. неосновных носителей зарядов значительно меньше, чем основных. Для фотодиодов $I_{обр}$ – это фототок.



Применяются фотодиоды в качестве фотодатчиков в принтерах, сканерах, приводах дисководов, видео и фотокамерах, в устройствах автоматики, в качестве датчиков частоты вращения какого-либо привода и т.д.

Основные характеристики:

спектральная характеристика – зависимость фототока от длины волны светового излучения;



темновой ток – ток через фотодиод при отсутствии светового потока и при заданном рабочем напряжении;

интегральная чувствительность (S) – отношение фототока к световому потоку.